

II.

N O T I Z

*des Hrn. De La Place von seiner Theorie der astronomischen Strahlenbrechung,
(und von neuern Versuchen des Herrn Gay-Lussac über die Ausdehnung der Luft durch Wärme.) *)*

Die Theorie der astronomischen Strahlenbrechung ist durch die Beziehung, in der sie mit der allgemeinen Anziehung steht, und durch ihren Einfluß auf die Beobachtungen der himmlischen Körper gleich interessant und wichtig. Die Luft, durch welche hindurch wir die Sterne sehn, lenkt die Strahlen derselben nach Gesetzen ab, die der Astronom so genau als möglich kennen muß. Sie hängen von der Constitution der Atmosphäre ab, und

*) Entlehnt aus der Vorrede des *Traité de Mécanique céleste* par M. La Place, t. 4, Paris 1805, p. XXf. Das zehnte Buch dieses Werks bestimmte Herr De La Place verschiedenen Untersuchungen, welche mit der Mechanik des Himmels in einiger Beziehung stehen, und in der Vorrede schildert er den Gang, den er genommen hat, und der ihn, wie der Leser aus dem vorigen Stück der *Annalen* weiß, späterhin viel weiter führte, als er selbst gehandelt zu haben scheint. Giltb.

von den Veränderungen, welche im Drucke und in der Wärme der Luft Statt finden. Ich habe zu Anfang des zehnten Buchs der himmlischen Mechanik die Analyse derselben umständlich entwickelt; sie erfordert besondere Kunstgriffe, wenn der Stern sehr nahe beim Horizonte ist. Die Brechung, welche die Strahlen leiden, hängt in diesem Falle von dem Gesetze ab, wornach die Wärme in den höhern Luftschichten abnimmt. Das von mir aufgestellte Gesetz gewährt nicht nur eine leichte Rechnung, sondern stellt auch zu gleicher Zeit, die Versuche über diese Abnahme der Wärme, die Beobachtungen der Refractionen, und die Barometerstände in verschiedenen Höhen dar. Glücklicher Weise hängt die Strahlenbrechung, wenn die Höhe des Sterns über 11 bis 12 Grad ist, nur noch allein von dem Zustande der Luft am Orte des Beobachters ab, und diesen Zustand zeigen unsre meteorologischen Instrumente. Bei gleichen Temperaturen ist das Volumen derselben Luftmasse dem Drucke, den sie leidet, verkehrt proportional; um aber auf die Variationen eines Luftvolumens aus denen eines Quecksilberthermometers schliessen zu können, muß man aufs genaueste wissen, in wie weit der Gang dieses Instruments mit dem eines Luftthermometers überein stimmt.

Herr Gay - Lussac hat hierüber eine große Zahl sehr genauer Versuche angestellt. Er hat die äußerste Sorgfalt angewendet, mehrere Quecksilber - und Luftthermometer richtig zu graduiren,

und besonders die Glasröhren, aus denen er die Thermometer verfertigte, vollkommen zu trocknen; denn die Feuchtigkeit derselben ist die Hauptursache der Verschiedenheit in den Resultaten gewesen, welche die Physiker in diesen Versuchen erhalten hatten. Diese Thermometer tauchte er in dasselbe Wasser von der Temperatur des schmelzenden Eises, und in dasselbe kochende Wasser; und so fand er im Mittel aus einer grossen Menge von Resultaten, nachdem sie wegen der Ausdehnung des Glases und wegen der Veränderung des Barometerstandes während der Versuche corrigirt worden waren, daß eine Luftmasse, welche in der Temperatur des schmelzenden Eises den Raum 1 einnimmt, in der Temperatur des kochenden Wassers sich bis zum Volumen 1,375 unter einem Drucke von 0.76 Mètres, (28 par. Zoll,) Barometerhöhe ausdehnt. *) Tobias Mayer, ein eben so genauer Physiker als großer Astronom, hatte durch Versuche, für deren Genauigkeit er gut sagte, gefunden, daß bei dieser Temperaturveränderung die Luft sich von dem Volumen 1 bis zu dem von 1,380 ausdehne, welches nur sehr wenig von dem vorher gehenden Resultate abweicht, mit welchem auch die Versuche des Dr. Dalton vollkommen überein stimmen. **)

*) Man vergl. den folgenden Aufsatz. *Gill.*

**) Wo auch nicht vollkommen, doch so nahe, als es bei der Art, wie Dalton's Versuche ange-
stellt sind, nur immer verlangt werden kann. Mit

Um zu prüfen, ob ein Luft- und ein Quecksilber-Thermometer in ihrem Gange überein stimmen, theilte Herr Gay - Lussac den Raum, um wel-

dem Versuche Tobias Mayer's ist wahrscheinlich der Versuch gemeint, welchen Herr Hofrath Mayer in Göttingen in seiner belehrenden Schrift: *Physik. - mathem. Abhandlung über das Ausmessen der Wärme in Rücksicht und Anwendung auf das Höhenmessen vermittelst des Barometers*, Frankf. 1786, S. 75, umständlich beschreibt, der aber ihm, nicht seinem Vater, gehört. Er wurde am 23ten Januar 1786 mit einem Amontons'schen Luftthermometer angestellt, das Herr Mayer genau calibriert hatte. Die Kugel dieses Luftthermometers sammt dem Halse derselben fasste 3072 Gran Quecksilber, bei einer Temperatur von 0° R.; und die Luft, welche sich in ihr befand, nahm bei dieser Temperatur, unter einem Drucke von 27" 1''' par. Barometerhöhe und 3" 11''',8 Quecksilberhöhe, das Volumen von 2443,3 Gran Quecksilber ein. Als das Instrument in kochendes Wasser getaucht wurde, nahm das Volumen der Luft in der Kugel, unter einem Drucke von 27" 1''' + 14" 9''',6 Quecksilberhöhe, das Volumen von 2512,2 Gran Quecksilber ein. Die Druckhöhen vermehrt Herr Mayer wegen des Einflusses der Capillarität beide um 3". Da nun das Volumen der Luft bei gleichem Drucke dem beobachteten Volumen und dem Drucke, unter dem dieses steht, direct proportional ist; so ist nach diesen Versuchen das Volumen der Luft

bei 0° R.: bei der Hitze des unter 27" 1''' Barometerhöhe siedenden Wassers = $(2443,3 : 2512,2) + (376''',6 : 506''',4)$, das ist = 1 : 1,382.

chen die thermoskopischen Flüssigkeiten in beiden Thermometern sich vom Frost- bis zum Siedepunkte des Wassers ausdehnen, genau in zwei gleiche

Hierbei ist aber noch mehreres nicht in Rechnung gebracht:

1. Die Ausdehnung des Quecksilbers, welche wegen der Art, wie nach dem Quecksilberstande das Luftvolumen in der Kugel berechnet wurde, dieses Volumen scheinbar vergrößerte, auch einen scheinbar größern Druck gab, als der specifisch leichter gewordenen Quecksilberssäule wirklich zukam. Hr. Mayer nimmt an, das Quecksilber dehne sich von 0 bis 80° R. Wärme um 0,0156 seines Volumens aus; und berechnet hiernach das wegen der Ausdehnung des Quecksilbers corrigirte Volumen der Luft in der Siedehitze = 1,370. Nach den Versuchen von De La Place und Lavoisier beträgt aber jene Ausdehnung $\frac{1}{54,12} = 0,0184$. Wird hiernach die Berechnung verändert, so verwandeln sich in der obigen Proportion die hintern Glieder in folgende: 2500,8 und 503.

2. Die Ausdehnung des Glases bringt Herr Hofrath Mayer nicht mit in Anschlag. Sie erweiterte den Raum der Kugel und der Röhre des Luftthermometers, der bei 0° Wärme dem Volumen von 3170 Gran Quecksilber gleich war, (die Röhre so weit gerechnet, als in ihr das Quecksilber bei 80° Wärme stand,) und verminderte also scheinbar die Ausdehnung der Luft. Herr Soldner giebt in dem folgenden Aufsatze eine sehr leichte Methode an, den Einfluß zu berechnen, den die Ausdehnung der Gefäße durch Wärme hat. Ihr

Theile, wodurch er in jedem den 50sten Grad der Centesimalscale erhielt. Darauf tauchte er sie in Wasser von dieser Temperatur, und fand, dafs der

zu Folge betrug sie in diesem Falle so viel als das Volumen von $3170 \cdot 3.0,00083 = 11,7$ Gran Quecksilber. Dadurch wird aus 2500,8 in 1, 2512,5; und also das wegen der Ausdehnung des Quecksilbers und des Glases corrigirte Volumen der Luft in der Siedehitze = $\frac{2512,5}{2415,5} \cdot \frac{505}{370,6} = 1,373$.

3. Da der Versuch bei einem Barometerstande von 27" 1''' angestellt wurde, so hatte das kochende Wasser eine geringere Wärme als 80° R.; und zwar von 79°,34 R., wenn man nach der sehr einfachen Formel rechnet, welche Herr Soldner hierfür in den *Annalen*, XVII, (1804, 2.) 63, gegeben hat. Zu dieser Temperatur gehört die eben berechnete Ausdehnung, und also zu einer Wärme von wahren 80° R., ein Volumen der Luft $1,373 + 0,373 \cdot \frac{0,66}{80} = 1,376$.

Nach allen Correctionen stimmt also dieser Versuch unerwartet genau mit dem Resultate des Herrn Gay - Lussac überein, und doch sagt Herr Mayer nicht, dafs er Röhre und Quecksilber zuvor sorgfältig getrocknet, oder gar das Luftthermometer ausgekocht habe. Lambert's ganz ähnlicher Versuch gab 1,375, und selbst die minder vollkommenen Versuche von Amontons, Cruquius u. a. in Luftthermometern weichen nicht sehr weit von der Wahrheit ab. Kann vielleicht in der Kugel kein Dampf bestehen, auch wenn sie in siedendes Wasser getaucht wird, weil dann der Druck in derselben um die Hälfte gröfser, als der

Stand beider immer nur höchst wenig verschieden, und bald das eine, bald das andere das höhere war, so dafs ein Mittel aus 20 Versuchen zwischen dem

Luftdruck, die Kraft der Verdampfung aber nur dem Luftdrucke gleich ist? Wenn in der rings umschlossenen Kugel der Dampf den ganzen Druck des Quecksilbers und der Atmosphäre, (vermittelt desselben,) aushalten müßte, so würde allerdings in ihr kein Dampf bestehen und das Volumen der Luft scheinbar vergrößern können; allein nach Dalton's Vorstellung kommt in diesem Falle nur ein Theil des Drucks auf den Dampf, der übrige auf die Luft, (vergl. *Annalen*, XV, 43 f.;) und so sehr diese Vorstellung mit allen Gesetzen der Hydrostatik im Widerspruche zu seyn scheint, so sprechen doch dafür nicht blofs Dalton's Versuche, sondern auch, (wie ich daf., S. 42, gewiesen habe,) ein Versuch des Herrn Prof. Schmidt. Darin kann kein wesentlicher Unterschied liegen, dafs im Luftthermometer die Luft im Innern der Kugel bei ziemlich unverändertem Volumen bleibt, und nur ihre Elasticität verändert; während im Varignon'schen Manometer und in ähnlichen Vorrichtungen der Druck constant ist, und das Volumen der Luft sich dem gemäß ändert; denn auch der Schmidt'sche Versuch mit völlig feuchter Luft wurde in einer Art von Luftthermometer angestellt. Es bleibt daher nichts anderes übrig, als anzunehmen, dafs die Kugeln der Amontons'schen Luftthermometer gar keine, oder nur höchst wenig tropfbare Flüssigkeit enthalten, weil man sie, gleich nachdem die Kugel gelassen ist, mit Quecksilber zu füllen pflegt.

Der in einem Varignon'schen Manometer mit

Stande beider keinen merkbaren Unterschied gab; woraus man schliessen muß, daß vom Nullpunkte bis zum Siedepunkte des Wassers der Gang des Luftthermometers und der des Queckfilberthermometers sehr nahe derselbe ist. *)

vieler Sorgfalt ausgeführte Versuch des Hrn. Luz, (*Ann.*, XIV, 271,) gab für völlig trockne Luft, (im Manometer war Queckfilber ausgekocht und die Luft zuvor durch Salze getrocknet worden,) als das Instrument in Wasser getaucht wurde, das unter 27" Barometerstand kochte, eine Ausdehnung von 1,3775, wobei auf die Ausdehnung des Glases nicht gesehen ist. Dieses würde für ganz trockne Luft bei 80° R. ein Volumen von 1,383 geben. Völlig zufrieden war Herr Luz mit diesem Versuche noch nicht.

Gilb.

*) Dalton schloß aus ganz ähnlichen Versuchen, das Queckfilber dehne sich mit zunehmender Wärme verhältnißmäßig stärker als die Luft aus, (*Annalen*, XII, 313; XIV, 274;) ein Resultat, welches diese so genauen Versuche widerlegen. Auch der eben erwähnte Versuch des Herrn Luz machte dieses zweifelhaft. — Bei der großen Wichtigkeit dieser Versuche glaube ich hier noch herzusetzen zu müssen, was Herr De La Place von ihnen in dem Werke selbst, p. 270, sagt:

„Ueber die Ausdehnung der Luft durch die Wärme haben mehrere Physiker Untersuchungen angestellt. Ihre Resultate weichen bedeutend von einander ab. Ich habe Herrn Gay - Lussac gebeten, diese Versuche mit aller möglichen Sorgfalt zu wiederholen, und besonders auf die Genauigkeit der Eintheilung der Luft- und Queckfil-

Mehr als diese Resultate bedarf man zur Berechnung der Strahlenbrechung nicht, da es bei ihr nur darauf ankömmt, die Dichtigkeit der Luft zu kennen, welche den beobachteten Barometer- und Thermometer - Ständen entspricht. Aber in der

ber - Thermometer, und darauf zu sehen, daß Luft und Röhren, die er nehmen würde, vollkommen trocken wären; denn es scheint mir, daß von der Feuchtigkeit derselben die Verschiedenheit in den Resultaten der Physiker vorzüglich herrührt. Er hat im Mittel aus 25 Versuchen gefunden, daß, wenn man die Ausdehnung des Glases und die Veränderung des Barometerstandes während jedes Versuchs mit in Rechnung bringt, ein Luftvolumen, das in der Frostkälte durch 1 ausgedruckt wird, in der Wärme des unter 0,76 Mètres Barometerhöhe kochenden Wassers, zu 1,375 wird. Er hat ferner beobachtet, daß, wenn das Luftthermometer auf 50° steht, das Quecksilberthermometer gleichfalls 50° zeigt, indem das Mittel aus den 25 angeführten Versuchen keine merkbare Verschiedenheit gab. Also scheinen beide Thermometer von 0° bis 100° einerlei Gang zu haben. Bezeichnet man folglich mit x die Menge von Centesimalgraden eines Quecksilber-Thermometers, so ist das Volumen der Luft in der Temperatur von x Grad $= 1 + 0,00375 \cdot x$. Nehmen wir zur Einheit die Dichtigkeit der Luft bei 0° Wärme und 0,76 Barometerhöhe, so wird bei einem andern Barometerstande 0,76 (1 + γ), der auf 0° Temperatur reducirt ist, (welches sich immer sehr leicht thun läßt, da das Quecksilber sich für jeden Grad des Centesimalthermometers um $\frac{1}{3472}$ ausdehnt,) und

Theorie von der Wärme ist es nöthig, die Grade wahrer Wärme kennen zu lernen, welche zu den Graden des Queckfilber - Thermometers gehören. Dazu würden die hier erwähnten Versuche uns mit vieler Genauigkeit führen, wenn die Zunahme wahrer Wärme in einer Luftmasse, bei unverändertem Drucke, der Zunahme ihres Volumens genau proportional wäre. Diese Hypothese ist zum mindesten sehr wahrscheinlich; denn gesetzt, das Volumen der Luft bleibe dasselbe, während ihre Wärme zunimmt, so ist sehr natürlich, zu glauben, daß ihre Kraft der Elasticität, von der die Wärme die Ursache ist, in

für eine Temperatur von x Grad, die Dichtigkeit der Luft seyn $= \frac{1+y}{1+0,00375 \cdot x}$.“

Hier noch das Resultat des fortgesetzten Versuchs des Herrn Hofraths Mayer, von dem in der vorigen Anmerkung die Rede war. Aus der letzten Zahl scheint zu erhellen, daß auf die Ausdehnung wegen des Queckfilbers bei allen Zahlen gesehen ist; die wegen des Glases wächst gleichförmig, und ist daher hier ohne wesentlichen Einfluß. Die Temperaturen sind alle nach der wahren reaum. Scale ausgedruckt.

Tem. 0° ; $10^{\circ},8$; $30^{\circ},9$; $41^{\circ},3$; $50^{\circ},5$; $58^{\circ},5$; $64^{\circ},4$; $70^{\circ},4$; $79^{\circ},3$
d. Vol. 1 ; $1,051$; $1,149$; $1,195$; $1,241$; $1,277$; $1,307$; $1,332$; $1,370$

Nun ist $79^{\circ},3 - 41^{\circ},3 = 38^{\circ}$ und $1,370 - 1,195 = 0,175$, und es verhält sich $41,3 : 38 = 11,195 : 0,179$. Nach diesem Versuche wäre also die Luft in ihrer Ausdehnung hinter dem Queckfilber zurück geblieben, wären hier nicht $0,175$ und $0,179$ für vollkommen gleich zu nehmen.

Gillb.

demselben Verhältnisse zunehmen werde. Brächte man sie in diesem neuen Zustande unter den vorigen Druck, so würde ihr Volumen sich in dem Maasse ausdehnen, als ihre Elasticität grösser ist, und folglich im Verhältnisse der Temperatur. Aus diesem Grunde scheint mir das Luftthermometer die Veränderungen der Wärme selbst genau zu zeigen. *) Da es aber schwer zu machen ist, so können wir uns damit begnügen, daß der Gang desselben mit dem des Quecksilberthermometers ein für alle Mal durch genaue Versuche verglichen worden ist.

Bis jetzt hat man bei der Berechnung der Strahlenbrechung noch nicht auf den Stand des Hygrometers gesehen. Es wäre zu wünschen, daß man durch directe Versuche den Einfluß zu bestimmen suchte, welchen die Feuchtigkeit der Luft auf die Strahlenbrechung äussert. Ich habe versucht, dieses inzwischen unter der Voraussetzung zu ergänzen, daß die brechende Kraft des Wassers und des Wasserdampfs zu einander in dem Verhältnisse ihrer Dichtigkeit stehen. **) Unter dieser wahrscheinlichen Hypothese hat der Wasserdampf eine stärkere brechende Kraft, als Luft von gleicher Dichtigkeit; da aber bei gleichem Drucke die Luft dichter als der Wasserdampf ist, so werden die Strahlen von dem in der Atmosphäre verbreiteten Wasserdampfe

*) Man vergl. hiermit die Gedanken Dalton's, *Annalen*, XIV, 287. *Gilb.*

**) Herrn De La Place ist also brechende Kraft und Brechungsvermögen nicht einerlei. *Gilb.*

nahe eben so gebrochen, als sie es von der Luft werden würden, an deren Stelle er sich befindet; und daher ist der Einfluß der Feuchtigkeit der Luft auf die Strahlenbrechung fast unmerklich. *) Dieses

*) „Ich nehme hierbei an,“ (sagt Herr De La Place, p. 274 des Werks,) „daß das Brechungsvermögen des Wassers im tropfbaren und im Dampfzustande dasselbe sey. Dieses ist in der That die natürlichste Hypothese, die sich machen läßt, und der analog, welche man in der Theorie der Strahlenbrechung macht, daß die GröÙe, [sie kömmt auf die S. 366, Anm., angegebene $\frac{v^2 - 1}{\rho}$ hinaus,] mit der Dichtigkeit der Luft sich nicht verändere. Beim Uebergange aus dem leeren Raume in Wasser ist das Brechungsverhältniß, oder i , nach Newton $\frac{3}{2}$. Ferner folgt aus den Versuchen Dalton's, Saussure's und Watt's, daß bei gleicher Elasticität und Temperatur die Dichtigkeit des Wasserdampfs $\frac{1}{17}$ von der Dichtigkeit der Luft ist. Endlich ist nach Lavoisier die Luft bei 12°,5 Wärme und 0m,76 Druck 842 Mal specifisch leichter als Wasser. — —“ Hieraus folgt für Wasserdampf von derselben Temperatur ein Brechungsvermögen = 0,00066552, und für Wasserdampf bei 0° Wärme von 0,0006966, und dieses ist nur wenig größer als das Brechungsvermögen der Luft, das bei gleicher Wärme und gleichem Drucke, 0,00058916 ist, (S. 367, Anm.) Herr De La Place berechnet hieraus folgende Zunahmen der Refraction, bei höchster Feuchtigkeit der Luft von 15 bis 40° Temperatur, die scheinbare Höhe H gesetzt:

Cent. Therm. 15° ; 20° ; 25° ; 30° ; 35° ; 40°
Zun. d. Refr. 0",563; 0",744; 0",977; 1",274; 1",651; 2",122 $\times 10^6 H$

bestätigen einige Beobachtungen von Mittagshöhen, bei denen die Sonne hinter Wolken stand, durch die man den Sonnenrand deutlich sehen konnte; die Strahlenbrechung schien durch diesen Umstand nicht verändert zu werden.

Die Feuchtigkeit der Luft hat also nur einen sehr wenig merkbaren Einfluß auf die Strahlenbrechung; im Fall äußerster Feuchtigkeit diene indeß, sagt Herr De La Place, diese Tafel zur Correction der Strahlenbrechung, und aus dem Hygrometerstande lasse sich das Verhältniß des wirklich vorhandenen Wasserdampfs zu diesem Falle äußerster Feuchtigkeit abnehmen. — Dieses ist unstreitig die Tafel, nach welcher die Herren Biot und Arrago die Correction wegen des Hygrometerstandes in ihren Refractionsversuchen berechnet haben, (S. 560.) Ist ein Zweifel gegen eine Behauptung, welche Herrn De La Place zu ihrem Urheber hat, nicht allzu gewagt, so würde ich hiergegen das Bedenken erheben, daß Herrn De La Place's Berechnung der Dichtigkeit des Wasserdampfs sich auf das specifische Gewicht des *seidend heißen* Wasserdampfs bezieht. Mir schienen Dalton's und Saussure's Versuche auf ein sehr viel geringeres specifisches Gewicht des Wasserdampfs in niedrigeren Temperaturen zu führen, (*Annalen*, XV, (1803, 9,) 53,) und es ist mir kein Trugschluss in der Berechnung daselbst seitdem aufgefallen. Sie giebt mir das specifische Gewicht des Dampfs von Wasser, das in einem eingeschlossenen Luftraume unter einem Drucke von 27,433 par. Zoll Quecksilberhöhe, bei 15° Wärme, im Maximo verdunstet, 5253 $\frac{1}{4}$ Mal geringer als

Bekanntlich ist die atmosphärische Luft eine Mischung aus zwei Gasarten, Stickgas und Sauerstoffgas. Es ist wahrscheinlich, daß beide nicht einerlei brechende Kraft haben; und dann würde die brechende Kraft der Atmosphäre geändert werden, so oft sich das Verhältniß beider Gasarten veränderte. Es folgt indeß aus den zahlreichen und sehr genauen Versuchen der Herren von Humboldt und Gay - Lussac, daß dieses Verhältniß an der Oberfläche der Erde sehr nahe constant ist; und dasselbe hatte der letztere in Luft gefunden, die er in einem Aerostate aus einer Höhe von mehr als 6500 Mètres mit herab gebracht hatte.

das specifische Gewicht des Wassers bei 0° R., (bei der Wärme, bei der ein par. Kubikfuß Wasser 70 par. Pfund wiegt;) und ein solcher Dampf muß ein 46,34 Mal geringeres spec. Gewicht haben, als der Dampf von Wasser, das unter demselben Drucke im luftleeren Raume kocht: weil nämlich, Dalton's Gesetz zu Folge, von dem Drucke, welchen feuchte Luft leidet, nur ein Theil auf den Dampf darin wirkt, und zwar nur so viel, daß dadurch der Expansivkraft des Dampfes das Gleichgewicht gehalten wird; eine Ansicht, von der es zu wünschen wäre, daß einige mathematische Physiker sie näher erörterten. Da nach der Soldner'schen Formel, (*Annalen*, XVII, 161, und der folgende Aufl.,) zu einem Drucke von 27",483 eine Siedehitze von 79°,6 R. oder 211°,1 F. gehört, so würde dieser Rechnung zu Folge das specifische Gewicht des unter einem Drucke von 28" Queck-

Das Brechungsvermögen der Atmosphäre läßt sich entweder durch directe Versuche mit Luft, als einem brechenden Mittel, oder durch astronomische Beobachtungen auffinden. Die große Zahl und die Genauigkeit der Beobachtungen dieser Art, in deren Besitz wir sind, hat mich für die letztere Methode entschieden, und ich habe aus ihnen für die Strahlenbrechung über 12 Grad scheinbarer Höhe, eine Formel abgeleitet, die ich für sehr genau halte, wenigstens im Falle das Brechungsvermögen der Luft, der Dichtigkeit derselben genau proportional ist, und weder Temperatur noch Feuchtigkeit einen merklichen Einfluß auf dieses ihr Brechungsvermö-

silberhöhe siedenden Wassers seyn $= \frac{29,47}{30} \cdot 1133 =$
 1113 Mahl kleiner, als das specifische Gewicht des
Wassers bei 0° Wärme, und, (setzt man nach S. 367 a
das specifische Gewicht der atmosphärischen Luft
bei 28'' Druck und 0 Wärme $= \frac{1}{772,25}$,) $\frac{772,25}{1113} =$
 $\frac{10}{14,4}$ vom specifischen Gewichte der Luft unter 28''
Druck und von 0° Wärme; (welches fast genau
mit der Rechnung des Hrn. De La Place über-
ein stimmt;) aber nur $\frac{1}{2}$ von dem spec. Gewichte
gleich heißer Luft unter 28'' Druck. — Das spec.
Gewicht des in völlig feuchter Luft von 15° R.
Wärme unter einem Drucke von 28'' Quecksilber-
höhe verbreiteten Wasserdampfs, würde dagegen
vom specifischen Gewichte gleich warmer atmo-
sphärischer Luft unter 28'' Druck, nur $\frac{10}{14,4} \cdot \frac{1}{46,34} =$
 $1,075$, das ist $\frac{1}{8\frac{1}{2}}$, betragen. Gillb.

gen haben; drei Sachen, von denen zu wünschen wäre, daß sie durch eine große Menge von Beobachtungen und Versuchen verificirt würden. Dazu würde ich vorzüglich Beobachtungen der Mittagshöhen einiger Sterne, die nicht höher als 12 bis 15 Grad über den Horizont herauf steigen, bei großer Kälte und großer Hitze, bei sehr hohen und sehr niedrigen Barometerständen empfehlen. Man hat zu dieser Absicht eine Reihe von Beobachtungen auf der pariser Sternwarte angefangen, welche man eine bedeutende Reihe von Jahren über fortsetzen wird.

Die Theorie setzt voraus, daß in jeder mit der Erde concentrischen Luftschicht die Dichtigkeit durchgehends dieselbe sey. Es wäre möglich, daß Winde und andere Ursachen dieses abänderten; wir würden das nicht wahrnehmen können, auf die Strahlenbrechung müßte es aber Einfluß haben. Diesem Umstande muß man vorzüglich die kleinen Differenzen zuschreiben, welche sich in den Beobachtungen desselben Sterns an verschiedenen Tagen finden. So sehr man auch die astronomischen Instrumente vervollkommen mag, diese Quelle von Irrung wird doch immer die vollkommenste Präcision der Beobachtungen unmöglich machen.

Die vorher gehenden Untersuchungen, welche sich auf die Constitution der Atmosphäre gründen, haben mich zu einer sehr einfachen Formel für die *Messung der Höhe der Berge durch das Barometer* geführt, in der auf die Variationen der Schwere nach der Breite und nach den Höhen über dem
Meere

Meere Rückficht genommen ist. Ich hätte gewünscht, dabei auf das Hygrometer sehen zu können; aber noch fehlt es uns hierzu an hinlänglichen Beobachtungen. Herr Ramond hat den Hauptcoefficienten dieser Formel mit Genauigkeit aus den vielen zuverlässigen Barometerbeobachtungen bestimmt, die er auf mehreren Bergen gemacht hat, deren Höhe bekannt ist. *)

Die Atmosphäre macht einen Theil der Lichtstrahlen verlöschen, die durch sie hindurch gehn. Ich bestimme das Gesetz dieser Extinction, die auch in der Atmosphäre der Sonne Statt finden muß. Aus einer Vergleichung meiner Formeln mit einem interessanten Versuche Bouguer's über die Lichtstärke der verschiedenen Punkte der Sonnenscheibe, folgt, daß dieses Gestirn, wenn es seiner Atmosphäre beraubt würde, uns 12 Mal stärker leuchtend sich zeigen würde. **)

*) Von der Formel und von dieser Bestimmung ihres Coefficienten künftig. *Gilb.*

**) Die übrigen fünf Kapitel des zehnten Buchs haben zu ihrem Gegenstande Materien aus der Mechanik und der physischen Astronomie, welschalb ich, was Herr De La Place von ihnen sagt, hier übergehe. „Es ist mir nichts mehr übrig,“ (so beschloß er die Vorrede,) „um die Verbindlichkeit ganz zu erfüllen, die ich beim Anfange dieses Werks auf mich genommen habe, als einen „historischen Abriss der Arbeiten der Mathematiker

„und der Astronomen über das Weltssystem hinzu
 „zu fügen; dieses wird der Gegenstand des eilften
 „und letzten Buches seyn.“ Von dem Supplemente
 zum zehnten Buche, welches Herrn De La Pla-
 ce's Entdeckungen über die Gesetze und Phänomene
 der Anziehung in der Berührung enthalten
 wird, habe ich dem Leser im vorigen Stücke schon
 einiges mitgetheilt, und mehr davon wird in den
 nächsten Heften folgen. Möge es bei dem anhal-
 tenden Nachdenken des großen Mannes über ei-
 nen so fruchtbaren Gegenstand, in welchem er die
 Bahn gebrochen hat, immer mehr anwachsen, und
 möge das bewundernswürdige Werk noch lange
 nicht zu Ende gebracht werden! *Gillb.*
